

CLASIFICACIÓN DE 20 CUERPOS DE AGUA ANDINO-PATAGÓNICOS (ARGENTINA) EN BASE A LA ESTRUCTURA DEL FITOPLANCTON ESTIVAL

I. IZAGUIRRE, P. DEL GIORGIO, I. O'FARRELL y G. TELL

Depto. Ciencias Biológicas, Fac. Ciencias Exactas
y Naturales, 1428 Buenos Aires, Argentina

RÉSUMÉ - L'étude de la communauté phytoplanctonique de 20 plans d'eau de la Patagonie argentine, conduite au cours de l'été 1984, a permis de répertorier 254 taxons et d'améliorer la connaissance de leur distribution australe.

Un sous-ensemble de 46 taxons dominants a été utilisé pour réaliser une typologie des lacs à l'aide d'une analyse de classification hiérarchique. Un premier classement de ces lacs à partir de l'abondance phytoplanctonique et de la distribution des algues montre deux catégories principales de plans d'eau: d'une part, les lacs oligotrophes des Andes, d'autre part, les lacs eutrophes et mésotrophes du plateau patagonique et de la précordillère des Andes.

De la même façon, le sous-ensemble de 46 taxons a été classé à l'aide de la méthode de classification hiérarchique. Les associations phytoplanctoniques obtenues sont en accord avec la typification déjà décrite pour ces lacs.

Des analyses statistiques ont montré que les lacs andins présentent une densité algale significativement plus basse. D'autre part, pour tous les lacs étudiés, la densité algale est inversement proportionnelle à la profondeur relative (Z).

Ce travail démontre que la composition et la densité du phytoplancton sont principalement déterminées par la morphométrie des plans d'eau.

ABSTRACT - The phytoplankton communities of 20 patagonian lakes (Argentina) were sampled during the summer of 1984. For the whole of these lakes 254 taxa were registred allowing a better knowledge of their distribution in the southern hemisphere.

A selected subset of 46 dominant taxa was used to perform a cluster analysis of lakes. By taking into consideration both the abundance and distribution of phytoplankton, two distinct groups of lakes could be distinguished: oligotrophic andean lakes on the one hand and meso-eutrophic lakes located in the preandean area and patagonian plateau.

Moreover, the same subset of species was clustered yielding algal associations which are characteristic of the different lake types.

Statistical analysis showed that phytoplankton density was significantly lower in the andean group of lakes, and for all the lakes studied it was found to be inversely correlated to the relative depth (Z).

This paper emphasizes lake morphometry as one of the principal factors influencing the composition and density of phytoplankton.

MOTS CLÉS : Phytoplankton, lacs, typologie, Patagonie.

INTRODUCCION

La influencia del clima, características edáficas y morfología de los cuerpos de agua dulce sobre la estructura de las comunidades acuáticas ha sido evidenciada en numerosos trabajos limnológicos, entre los que caben destacar: Westman, 1980; Kiss, 1983; Mollenhauer, 1984.

La aplicación de técnicas numéricas de clasificación y ordenamiento a los datos biológicos permite comparar las comunidades de un conjunto de cuerpos de agua simultáneamente a fin de establecer los factores ambientales que determinan la distribución del fitoplancton y de obtener una clasificación de los ambientes estudiados (Green & Vascotto, 1978).

La tipificación y clasificación de los ecosistemas acuáticos en base a las comunidades que los habitan es valiosa debido a la sensibilidad de los organismos a las propiedades del ambiente (Margalef, 1983). La comunidad fitoplanctónica, en particular, se ha utilizado para tipificar sistemas acuáticos en distintas regiones del Hemisferio Norte (Margalef *et al.*, 1976; Margalef & Mir, 1979; Munawar & Munawar, 1981; Baier *et al.*, 1984; Earle *et al.*, 1986). En el Hemisferio Sur, y principalmente en Sudamérica, no se han registrado investigaciones de tipificación y clasificación de ambientes acuáticos que hagan hincapié en la estructura del fitoplancton.

No obstante, los trabajos de Quirós & Baigún (1985), Quirós & Cuch (1985), Quirós & Drago (1985), Quirós *et al.*, (1985), Menu-Marque & Marinone (1985), realizados en la Patagonia argentina, han abordado investigaciones limnológicas de estas características en base a la estructura de otras comunidades dulceacuicolas y datos físico-químicos (zooplancton y peces).

Nuestro trabajo también se centra en la zona andino-patagónica, región rica en lagos y lagunas de características limnológicas y geomorfológicas distintas. Se estudió la estructura del fitoplancton estival superficial de veinte cuerpos de agua, efectuándose en base a la misma una clasificación de los ambientes acuáticos. Esta clasificación se comparó con la ya obtenida en los estudios sobre las comunidades de peces y zooplancton mencionados ante-

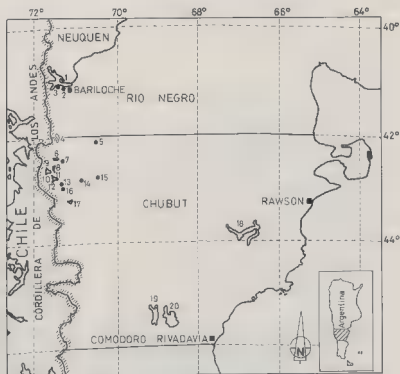


Fig. 1 - Ubicación geográfica de los 20 cuerpos de agua estudiados. 1. Nahuel Huapi; 2. El Trébol; 3. Moreno; 4. Puelo; 5. Chultas; 6. Cholita; 7. Pellegrini; 8. Rivadavia; 9. Menendez; 10. Verde; 11. Futalaufquen; 12. Krüger; 13. Terraplén; 14. Esquel; 15. Zeta; 16. Brecham; 17. Rosario; 18. F. Ameghino; 19. Musters; 20. Colhue Huapi.

riormente. Por otra parte, se intenta identificar y determinar asociaciones de especies que caractericen los cuerpos de agua de la región estudiada.

Para la región en estudio, caben mencionar como antecedentes sobre la flora fitoplanctónica los trabajos de Thomasson (1959 y 1963), Guarrera (1972, 1977 a, b), Luchini (1974), Ferrario (1975), Gayoso (1975), Izaguirre (en prensa a), Izaguirre del Giorgio (en prensa). En lo que respecta a trabajos ecológicos sobre la comunidad fitoplanctónica, sólo se conoce la investigación de García de Emiliani & Schiaffino (1974) llevada a cabo en el lago Mascardi.

	Chollila	El Trebol	Pucallanfauna	Krugger	Minerías	Moreno	Nahuel Huapi	Pelleguerini	Puelo	Rivadavia	Tucumán	Verde	Barrabás	Chulcan	Collac Huapi	Pasquel	F. Zanghino	Musters	Rosario	Zeta
LATITUD SUR	42°28'	41°02'	42°50'	42°53'	42°43'	41°02'	40°53'	42°30'	42°10'	42°34'	42°54'	42°43'	43°04'	42°10'	45°30'	42°53'	44°06'	45°22'	43°15'	42°53'
LONGITUD OESTE	71°40'	71°31'	71°37'	71°45'	71°50'	71°31'	71°38'	71°24'	71°40'	72°39'	71°33'	71°43'	71°29'	71°22'	69°45'	71°02'	66°23'	69°11'	71°19'	71°21'
ALTITUD (m)	540	764	518	515	523	764	764	500	150	527	800	520	480*	585	265	650	169	275	650	700
AREA (km ²)	15	2,1	44,6	4,4	99	10,3	557	4,6	44	21,7	2,7*	1,4	0,3*	0,6	810	2,8	65	414	14,5	0,68
PROFUNDIDAD (m)	46,2*	-	101,1	-	-	-	157	9,9*	111,4	103,7	3,9*	18,3	3,3*	11,4	2	2,1	20,6	20	24,9	5,9*
VOLUMEN (km ³)	693	-	4509	-	-	-	87.449	45,5	4902	2250	10,53	26	-	7	1620	6	1600	8280	318	4
CLOROFILA (mg/m ³)	0,3	-	0,5	-	-	-	0,41	-	0,23	0,35	-	0,68	-	0,69	20,2	4,62	3,67	4,95	1,76	-
PROFUNDIDAD DE SICCA (m)	11,5*	-	14	3,8	-	-	12,5	0,9*	7	11,5	1,1*	11	1,5*	9	0,8	2,8	2,3	1,2	5	3,6*
FOSFORO TOTAL (mg/lit)	-	-	1	5	-	-	3,8	-	2,5	2,5	-	4	-	9	744	68	20,7	34,5	18,3	-
NITROGENO TOTAL (µg)	-	-	13	23	-	-	15	-	9	17	-	23	-	29	143	71	51	62	38	-
SOLIDOS TOTALES DISUeltos (g/lit)	29,6*	-	36	-	-	-	25	80,8*	39	46	72,1*	47	88*	58	1110	153	172	342	89	200*

Tabla 1 - Ubicación geográfica y características morfométricas y fisicoquímicas de los 20 cuerpos de agua estudiados. Datos obtenidos de Quirós & Cuch (1985), Quirós *et al.*, (1983); * mediciones proporcionadas por Baigún *com. pers.*

AREA DE ESTUDIO

Las lagos estudiados se sitúan en la región andino-patagónica, en las provincias de Chubut y Río Negro, al sur de la Argentina, entre los 40°53' y los 45°30' de latitud sur, y entre los 66°23' y los 72°40' de longitud oeste (Fig. 1).

El conjunto de cuerpos de agua abarca ambientes de la cordillera, precordillera y planicie patagónica. Los lagos localizados en la Cordillera de los Andes son típicamente de origen glaciar, mientras que los que se encuentran en la meseta patagónica son principalmente de origen eólico o tectónico, a excepción del embalse Florentino Ameghino. El clima de la región varía desde húmedo andino en el oeste a templado árido de meseta hacia el este. Las características climáticas y morfométricas correspondientes a los 20 cuerpos de agua estudiados se detallan en la Tabla 1. Las características físico-químicas que se presentan en esta tabla fueron obtenidas del trabajo de Quirós & Cuch (1985). Los datos corresponden a mediciones efectuadas en la misma época en la cual se realizó el muestreo de fitoplancton.

MATERIALES Y METODOS

Trabajos de campo y laboratorio

Se realizó una campaña de recolección durante el verano de 1985 (enero-febrero). En cada cuerpo de agua se tomaron muestras cuali-cuantitativas de fitoplancton de superficie en la zona litoral. Este trabajo se centró sobre la fracción mayor de 25µm, para lo cual se recolectaron muestras con red de este diámetro de poro. Para las muestras cuantitativas se filtraron entre 30 y 100 litros de agua según la concentración de algas en cada cuerpo de agua. Las muestras fueron preservadas con formaldehído al 4% y depositadas en el laboratorio de Limnología y Ficología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA).

En el laboratorio se dibujaron todas las especies halladas con cámara clara y se realizaron las determinaciones taxonómicas. Los recuentos se llevaron a cabo mediante un hemacitómetro de Neubauer. El número de cámaras a contar se determinó para cada muestra en base a la densidad de las especies más abundantes, calculando el error relativo de los recuentos a un 95% de confianza de acuerdo a Venrick (1978). Se aceptó un error inferior al 30% para las especies más comunes. En todos los casos se contó el número de individuos. Cuando se trataba de organismos coloniales o filamentosos se estableció a priori un tamaño medio que correspondiera a un individuo.

Se calculó la profundidad relativa Z de cada lago como:

$$Z_r = \frac{50 Z_m \sqrt{\pi}}{\sqrt{A_0}}$$

donde Z_m = profundidad máxima y A_o = área superficial (Wetzel, 1981); la diversidad específica fue calculada según Shannon-Weaver (1949) sobre el número de individuos y la equitatividad en función de la diversidad máxima (riqueza específica (Baier *et al.*, 1984).

Tratamiento estadístico

Por razones de espacio se omiten las densidades de especies en cada lago.

La matriz original de datos, compuesta de 254 especies se redujo a 46, eliminando aquellas que por su rareza nunca representaban más del 5% del total de cada muestra. Se siguió este criterio dado que las especies "raras" son de aparición aleatoria y por lo tanto no son confiables para la caracterización de ambientes a nivel regional (Allen & Koonce, 1973).

Sobre las 46 especies seleccionadas se calculó la matriz de coeficiente de correlación de Spearman y se realizó un análisis de agrupamiento de lagos mediante el procedimiento de ligamiento promedio ponderado. Posteriormente se realizó el análisis de Man Whitney (Daniel, 1978) para probar si existían diferencias significativas entre los principales grupos de lagos que surgieron del dendrograma, con respecto a las abundancias algales totales y la diversidad específica.

Por otro lado, se llevó a cabo el análisis de correlación no paramétrica Tao de Kendall (Siegel, 1956) entre la profundidad relativa Z y las abundancias algales totales y entre Z y la diversidad específica.

Finalmente se efectuó un análisis de agrupamiento con el procedimiento antes descrito para detectar posibles asociaciones algales. El término asociación se utiliza siguiendo el criterio de Earle *et al.* (1986) como un grupo de especies que coexisten en un mismo hábitat y presentan similares respuestas a las condiciones ambientales.

RESULTADOS Y DISCUSSION

En los 20 cuerpos de agua estudiados se registraron 254 taxones algales, distribuidos de la siguiente forma: 100 correspondientes a la clase Bacillariophyceae, 57 a la clase Chlorophyceae, 38 a las Zygothryxales, 39 entidades de Cyanophyceae y 20 taxones repartidos entre las clases Euglenophyceae, Xanthophyceae, Chrysophyceae, Dinophyceae y Cryptophyceae.

En la Tabla II se muestran las riquezas taxonómicas y diversidades específicas para el conjunto de ambientes estudiados. La riquezas algales oscilaron entre 12 y 60 entidades (lagos Krüger y Cholila respectivamente). La diversidad específica varió entre 0,67 y 4,51, con la mayor parte de los valores alrededor de 3.

	Riqueza específica	Diversidad específica	Equitatividad	Densidad total
Cholila	60	4,51	0,76	3.058
El Trébol	39	3,25	0,62	3.263
Futalaufquen	28	3,76	0,78	2.697
Krigger	12	1,90	0,53	1.005
Menendez	19	2,77	0,65	1.628
Moreno	31	3,93	0,79	1.404
Nahuel Huapi	35	0,67	0,13	182.217
Pellegrini	38	1,96	0,37	296.252
Puelo	37	3,81	0,73	962
Rivadavia	51	3,68	0,65	3.903
Terraplén	36	2,74	0,53	20.262
Verde	22	3,01	0,68	4.449
Brecham	21	1,47	0,33	1.046.769
Chultas	18	2,28	0,55	3.272
Colhué Huapi	32	3,33	0,67	30.007
Esquel	21	2,63	0,60	5.058
F. Ameghino	23	2,83	0,62	3.629
Musters	26	2,84	0,60	99.225
Rosario	29	3,67	0,76	6.522
Zeta	23	2,40	0,53	9.063

Tabla II - Riqueza específica, diversidad específica (Shannon-Weaver), equitatividad y densidad fitoplanctónica total (ind./litro) de los 20 cuerpos de agua estudiados.

Las abundancias fitoplanctónicas totales fueron considerablemente bajas, especialmente en los lagos de cordillera (menos de 10.000 individuos por litro). Si bien estos cuerpos de agua son netamente oligotróficos como se discutirá más adelante, también es probable que estas bajas densidades sean consecuencia de la no inclusión del nanoplancton en nuestro estudio (menor de 25µm).

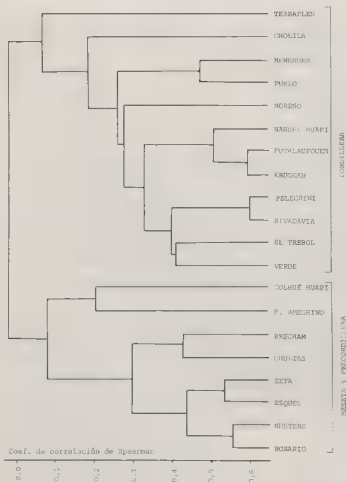


Fig. 2 - Dendrograma correspondiente al análisis de agrupamiento entre lagos en base a la estructura del fitoplancton.

Aunque las correlaciones del análisis de agrupamiento entre lagos resultaron relativamente bajas, es evidente que las agrupaciones fitoplanctónicas están relacionadas con la posición geográfica, morfometría y características físico-químicas de los cuerpos de agua. De esta forma, en una primera clasificación podemos distinguir dos grandes grupos de lagos separados a un nivel de correlación de 0,009 (Fig. 2). El primer grupo in-

cluye cuerpos de agua ubicados en la precordillera y meseta patagónica (Florentino Ameghino, Colhué Huapi, Rosario, Musters, Esquel, Chultas, Brecham, Zeta). Por otro lado, se reúnen en un segundo grupo los lagos andinos (Putalauquen, Verde, Nahuel Huapi, Krüger, Pelegrini, Menéndez, Moreno, Puelo, Rivadavia, El Trebol, Cholila).

El grupo de lagos precordilleranos y de la meseta patagónica constituye un conjunto con características semejantes en lo que se refiere a distintos factores. Respecto a la profundidad media, estos cuerpos de agua oscilan entre 2 y 25 metros, en contraposición a los cordilleranos cuya profundidad va desde 18 a 157m. Si bien se registran vientos fuertes en toda la región, provenientes del oeste y del suroeste, los ambientes acuáticos de la precordillera y meseta patagónica están más expuestos a la acción del mismo que sopla con intensidad durante todo el año. Esto determina en el primer grupo, junto con la menor profundidad, la ausencia de estratificación térmica permanente durante el verano, ocurriendo lo contrario en los lagos andinos (Quirós & Drago, 1985). En lo que se refiere a características fisicoquímicas, según Quirós *et al.* (1985) para el verano de 1984, en los cuerpos de agua del primer grupo se presentan valores de sólidos totales disueltos que oscilan entre 58 y 1.100 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, mientras que en los lagos cordilleranos los valores se ubican entre 25 y 55 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Concomitantemente, la lectura del disco de Secchi es mucho menor en el primer grupo (0,8-9m) y mayor en el segundo (3,8-14m).

Quirós & Cuch (1985) señalan que "los ambientes cordilleranos presentan bajos niveles de fósforo total y clorofila que aumentan hacia la planicie patagónica, las lecturas de Secchi varían en orden inverso". Para los lagos estudiados por nosotros, estos autores indican valores de fósforo total de 9-744 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ para los lagos del primer grupo y de 1-5 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ para los cordilleranos. En lo que respecta a la clorofila los valores que registraron oscilan entre 0,69-20,2 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ y 0,33-0,68 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ respectivamente. Por otro lado, los datos disponibles de alcalinidad (Quirós & Cuch, 1985) evidencian una neta diferencia entre los dos grupos de ambientes, variando en los lagos de meseta entre 0,71 y 9,42 mM, y en los cordilleranos entre 0,22 y 0,61 mM.

De esta manera, los estudios realizados sobre características fisicoquímicas (Quirós & Cuch, 1985; Quirós & Drago, 1985), concentración de pigmentos (Quirós & Cuch, *op. cit.*) y estructura de las comunidades de peces (Quirós & Baigún, 1985; Quirós *et al.*, 1985) y zooplancton (Menu-Marque & Marinone, 1985) coinciden en clasificar a los lagos cordilleranos como oligotróficos a ultraoligotróficos, mientras que los precordilleranos y de la meseta patagónica tienen una clara tendencia hacia la mesotrofia y eutrofia. Tanto las concentraciones algales como las asociaciones de especies halladas por nosotros coinciden con esta caracterización regional.

Respecto a los cuerpos de agua de la meseta y precordillera que están más estrechamente relacionados entre sí en la Figura 2 se observa que los lagos Musters y Rosario se unen a un nivel de correlación de 0,57. Estos dos lagos son los más profundos dentro del primer grupo, a excepción del embalse Florentino Ameghino, lo que explicaría una estructura fitoplanctónica semejante, aún estando geográficamente apartados. En un trabajo precedente, Izaguirre (en prensa a) a partir de los datos de biomasa algal, concluyó que los lagos Musters y Rosario presentan características tróficas similares (mesotrofia). Los lagos Colhué Huapi y Musters, a pesar de su proximidad geográfica, no muestran una alta afinidad fitoplanctónica; esto podría explicarse debido al origen diferente de estos lagos, siendo el Musters tectónico y el Colhué Huapi eólico, lo que determina morfometrias muy diferentes (Atlas Total de la República Argentina, 1981). Por otra parte, al analizar los datos de alcalinidad, se observa que estos dos lagos presentan valores muy disímiles (3,57 mM para el lago Musters y 9,42 mM para el Colhué Huapi; Quirós & Cuch, 1985).

Las lagunas Zeta y Esquel por su parte, con una morfometría similar y gran proximidad geográfica, se unen a un nivel de correlación de 0,55. El embalse Florentino Ameghino con sus características diferenciales de embalse, se separa del resto junto con el lago Colhué Huapi a un nivel de 0,1.

Al analizar el segundo grupo se observa que el lago Terraplén se separa de los demás a un nivel de correlación de 0,09. No obstante su ubicación geográfica muy próxima a los lagos cordilleranos, presenta características morfométricas diferentes: menor profundidad, pequeña superficie y vegetación macrofítica en las márgenes. El lago Cholila, a su vez, recién se une al resto de los lagos cordilleranos a un nivel de correlación de 0,21. Esta diferencia se basa en la presencia casi exclusiva de una treintena de especies pertenecientes a distintas clases algales, entre las cuales caben destacar varias del género *Cosmarium*. Por otra parte, este lago es el que presenta mayor riqueza de especies, lo que podría deberse a la posición geográfica del mismo. La ubicación particular del lago Cholila lo expone a vientos cargados de humedad provenientes del Pacífico, los que probablemente inciden en la dispersión florística a través de la cordillera.

Analizando los cuerpos de agua que presentan mayor correlación dentro de este segundo grupo, se destaca un conjunto formado por los lagos Futalufquen, Nahuel Huapi y Krüger, unidos entre sí a un nivel de correlación de 0,52. Estos tres lagos varían entre oligotróficos a ultraoligotróficos y presentan una alcalinidad muy semejante (de 0,22 a 0,28 mM). La importancia de la dureza de las aguas sobre la distribución de las especies fitoplanctónicas ha sido puesta de manifiesto especialmente en el estudio de limnología regional de los embalses españoles (Margalef *et al.*, 1976; Margalef & Mir, 1979).

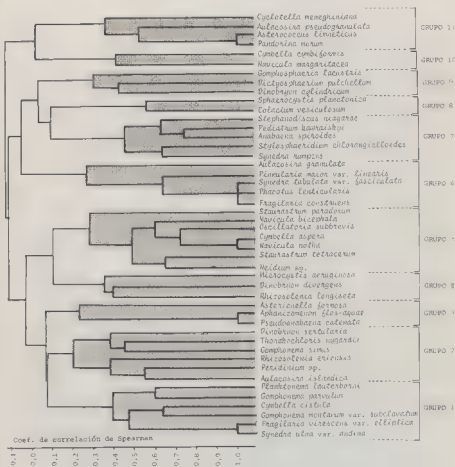


Fig. 3 - Dendrograma de las asociaciones algales resultante del análisis de agrupamiento entre especies.

Los dos grupos de lagos identificados en el dendrograma muestran diferencias significativas ($\alpha = 0,05$) con respecto a las densidades fitoplanctónicas totales. Por el contrario, estos dos grupos no se diferencian en cuanto a la diversidad específica. No obstante, se evidencia que los lagos cordilleranos en su conjunto presentan valores de diversidad ligeramente superiores, salvo en el caso del Nahuel Huapi (0,67) debido a la dominancia de *Planctonema lauterbornii* en el momento de la recolección. Esto confirmaría la idea general de que los cuerpos de agua oligotróficos presentan va-

lores mayores de diversidad específica (Margalef, 1983; Bañer *et al.*, 1984; Amblard, 1987).

La densidad fitoplanctónica mostró correlación negativa ($\alpha = 0,05$) con la profundidad relativa Z de los cuerpos de agua. Esto pone de manifiesto la influencia de la morfometría de la cubeta sobre la abundancia del fitoplancton (Caro *et al.*, 1979; Earle *et al.*, 1986 y 1987). Las diferencias morfométricas entre los dos grupos de ambientes serían, por consiguiente, uno de los factores determinantes de la separación de los lagos cordilleranos por un lado y de la precordillera por el otro. A su vez, las relaciones entre cuerpos de agua dentro de cada grupo pueden explicarse en parte por la morfometría más que por la proximidad geográfica o su origen. Un caso notorio de este hecho es el ejemplo de los lagos Musters y Colhue Huapi discutido anteriormente.

Analizando el dendrograma de especies (Fig. 3), en una primera aproximación se evidencian dos grandes grupos de algas separadas a un nivel de correlación de 0,07. Los mismos comprenden, en términos generales, taxones predominantes en las dos principales agrupaciones obtenidas en la clasificación de lagos. Las entidades algales presentes en la meseta y precordillera han sido por lo general registradas en ambientes definidos como meso a eutróficos. Tal es el caso de *Pandorina morum*, *Cymbella cymbiformis*, *Aulacoseira granulata*, *Stephanodiscus* spp., *Synedra tabulata* var. *fasciculata*, *Cyclotella meneghiniana* y *Anabaena spiroides* (Sládeček, 1973; Reynolds, 1984; Wolf, 1982; Margalef, 1983; Amblard, 1984). Por otro lado, numerosos taxones que conforman el segundo grupo son característicos de cuerpos de agua pobres en nutrientes, como *Rhizosolenia* spp., *Dinobryon sertularia*, *Staurastrum* spp., *Fragilaria virescens* (Sládeček, 1973; Wetzel, 1981; Margalef, 1983).

Asterionella formosa está presente en todos los lagos cordilleranos, casi siempre en números bajos, excepto en el lago Pelegrini, donde es una de las algas dominantes. De acuerdo a Wetzel (1981) y Reynolds (1984) esta especie suele ser dominante en cuerpos de agua eutróficos, mientras que como especie acompañante es frecuente registrarla en lagos oligotróficos, lo que concuerda con nuestras observaciones.

A su vez, en cada grupo se distinguen subgrupos correspondientes a asociaciones algales que caracterizan a uno o más lagos. En particular se destaca el grupo 7 (*Stephanodiscus niagarae*, *Anabaena spiroides*, *Stylosphaeridium chlorangielloides*, *Synedra rumpens* y *Pediastrum kawraiskyi*) correspondiente a una asociación exclusiva de la meseta y precordillera y ampliamente distribuida en esta zona. *Pediastrum kawraiskyi* y otras formas relacionadas con torsión de cuernos (Tell & Mataloni *in prensa*) que son abundantes en la meseta patagónica no fueron registradas en los cuerpos de agua de la cordillera. A pesar de lo dicho, *P. kawraiskyi* ha sido citado para ambientes oligotróficos (Jankovská & Komárek, 1982). Además es posible

identificar asociaciones algales que caracterizan cuerpos de agua individuales localizados en la meseta, tal es el caso del grupo 6 que incluye taxones presentes casi exclusivamente en el lago Colhué Huapi. El grupo 11, por su parte, se identifica con el embalse Florentino Ameghino. El agrupamiento descrito refleja, por un lado, una cierta homogeneidad florística en los lagos de esta región y, por el otro, resalta las particularidades del lago Colhué Huapi y del embalse Florentino Ameghino con sus floras distintivas.

Dentro del otro grupo principal de lagos se destacan asociaciones algales características de cuerpos de agua cordilleranos (grupo 1: *Planctonema lauterbornii*, *Gomphonema parvulum*, *G. montanum* var. *subclavatum*, *Fragilaria virescens* var. *elliptica*, *Synedra ulna* var. *andina*, y grupo 2: *Dinobryon sertularia*, *Thorakochloris nygardii*, *Gomphonema simus*, *Rhizosolenia ericensis*, *Peridinium* sp. y *Melosira islandica*). En la zona cordillerana también se identifican asociaciones algales que caracterizan cuerpos de agua determinados, entre los que cabe destacar el grupo 5, que incluye taxones registrados casi exclusivamente en el lago Cholila.

CONCLUSIONES

En los 20 cuerpos de agua estudiados se identificaron 254 entidades algales, ampliándose el conocimiento de la ficoflora patagónica.

El análisis de agrupamiento entre lagos utilizando la estructura de la comunidad fitoplanctónica pone de manifiesto la existencia de dos grupos de lagos pertenecientes a zonas geográficas de características diferentes: la cordillera por un lado, y la precordillera y meseta patagónica por el otro. Esta clasificación concuerda con la obtenida a partir de otras comunidades y datos físico-químicos, poniendo de relieve la importancia del fitoplancton en la caracterización regional de cuerpos de agua.

Entre los dos grupos de lagos definidos en el dendrograma se hallaron diferencias significativas con respecto a la abundancia fitoplanctónica total. La densidad del fitoplancton, a su vez, se correlacionó inversamente con la profundidad relativa de los ambientes lénticos estudiados. De tal manera, la morfometría surge como uno de los factores más importantes que influyen sobre la composición y densidad del fitoplancton. Por el contrario, no se verificó una correlación significativa entre la diversidad específica y la profundidad relativa.

Las asociaciones fitoplanctónicas identificadas en el dendrograma se corresponden, en términos generales, con las características limnológicas ambientales propias de los dos grupos de lagos. En particular, las asociaciones halladas en los lagos de la meseta patagónica son características de ambientes meso a eutróficos, mientras que en los lagos cordilleranos las especies dominantes de las asociaciones son típicas de ambientes oligotróficos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Lic. R. Lombardo y al Dr. D. Boltovskoy su asesoramiento en los análisis estadísticos.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN T.F.H. & KOONCE J.F., 1973 - Multivariate approaches to algal stratagems and tactics in systems analysis of phytoplankton. *Ecology* 54 (6): 1234-1246.
- AMBLARD Ch., 1987 - Les successions phytoplanctoniques en milieu lacustre. *Ann. Biol.* 26 (1): 1-34.
- ARVOLA L., 1986 - Spring phytoplankton of 54 small lakes in southern Finland. *Hydrobiologia* 137: 125-134.
- ATLAS TOTAL DE LA REPUBLICA ARGENTINA, 1981 - *Centro Editor de América Latina* 1 (19): 289-304.
- BAÏER P., MARTINOT J.P. & RIVET A., 1984 - Typologie écologique des lacs de haute altitude du Parc National de la Vanoise en vue de leur gestion. *Trav. Sci. Parc Nat. Vanoise* 14: 61-108.
- CARO P.M., BONETTO C.A. & ZALOCAR Y., 1979 - Producción primaria del fitoplancton de lagunas del noroeste de la Provincia de Corrientes. *Ecosur* 6(11): 83-100.
- DANIEL W.W., 1978 - *Applied nonparametric statistics*. Houghton Mifflin Company, Boston, 508 p.
- EARLE J.C., DUTHIE H.C. & SCRUTON D.A., 1986 - Analysis of the phytoplankton composition of 95 Labrador lakes, with special reference to natural and anthropogenic acidification. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 43: 1804-1811.
- EARLE J.C., DUTHIE H.C. & SCRUTON D.A., 1987 - Factors influencing the distribution of phytoplankton in 97 headwater lakes in insular Newfoundland. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 44 (3): 639-649.
- FERRARIO M., 1975 - Diatomeas del lago Puelo (Prov. del Chubut, Argentina). *I. Darwiniana* 19: 207-284.
- GARCIA DE EMILIANI M.O. & SCHIAFFINO M., 1974 - Fitoplancton del lago Mascardi (Rio Negro, Argentina). *Bol. Soc. Arg. Bot.* 15 (4): 411-426.
- GAYOSO A.M., 1975 - Contribución al conocimiento de las Desmidiáceas del Parque Nacional Los Alerces (Chubut). *Bol. Soc. Arg. Bot.* 16: 325-338.
- GREEN R.H. & VASCOTTO G.L., 1978 - A method for the analysis of environmental factors controlling patters of species composition in aquatic communities. *Water Res.* 12: 583-590.
- GUARRERA S., 1972 - Especies de Chrysophyta (Chrysophyceae y Xanthophyceae) nuevas o interesantes de la Provincia de Chubut (Rep. Argentina). *Bol. Soc. Arg. Bot.* 14: 157-166.
- GUARRERA S., 1977a - Algas de agua dulce nuevas para Argentina. I. Chlorophyta de Chubut. *Centenario Museo La Plata (Botánica)* 3: 21-44.

- GUERRERA S., 1977b - Algas de agua dulce nuevas para Argentina II. Cyanophyta de Chubut. *Centenario Museo La Plata (Botánica)* 2: 153-161.
- IZAGUIRRE I., en prensa a - Comparative analysis of the phytoplankton of six lentic environments from the province of Chubut (Argentina). *Physis* (Buenos Aires).
- IZAGUIRRE I., en prensa b - Algas nuevas o interesantes para Argentina. *Physis* (Buenos Aires).
- IZAGUIRRE I. & DEL GIORGIO P., en prensa - Algas nuevas o interesantes de lagos patagónicos (Argentina). *Physis* (Buenos Aires).
- JANKOVSKA V. & KOMAREK J., 1982 - Das Vorkommen einiger Chlorokokkalalgen in böhmischen Spätglazial und Postglazial. *Folia Geobot. Phytotax., Praha* 17: 165-195.
- KISS I., 1983 - The role of seasonal, edaphic and biotic factors in the development of phytoplankton communities in the Cibakháza Backwater of the Tisza. *Tiscia* 18: 33-46.
- LUCHINI L., 1974 - Diatomeas epifitas de algunas macrofitas del lago Situación (Prov. de Chubut). *Physis, B (Buenos Aires)* 33: 127-139.
- MARGALEF R., 1983 - *Limnologia*. Omega, Barcelona, 1010p.
- MARGALEF R., PLANAS D., ARMENGOL J., VIDAL A., PRAT N., GUISET A., TOJA J. & ESTRADA M., 1976 - *Limnologia de los embalses españoles*. Direc. Gral. Obras Hidráulicas, Ministerio Obras Públicas, Madrid, 422p.
- MARGALEF R. & MIR M., 1979 - Phytoplankton of Spanish reservoirs as dependent from environmental factors and potential indicator of water properties. *Atti del Convegno sui Bacini Lacustri Artificiali. Sassam 4-6, ottobre 1977, Pallanza*: 191-205.
- MENU-MARQUE S. & MARINONE C., 1985 - El zooplancton de seis lagos del Chubut (Argentina) y sus probables relaciones con la ictiofauna y algunos factores ambientales. *Taller internacional sobre Ecología y manejo de peces en lagos y embalses*. FAO, Roma: 82-90.
- MOLLENHAUER D., 1984 - Gewässertypologien und A. Thienemanns Beitrag zur heutigen Limnologie. *Natur und Museum* 114 (7): 192-198.
- MUNAWAR M. & MUNAWAR I.F., 1981 - A general comparison of the taxonomic composition and size analysis of the phytoplankton of the North American Great Lakes. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 21: 1695-1716.
- QUIRÓS R. & BAIGÚN C., 1985 - Prospección pesquera en 33 lagos y embalses patagónicos (Argentina). *Taller internacional sobre Ecología y manejo de peces en lagos y embalses*. FAO, Roma: 158-178.
- QUIRÓS R. & CUCH S., 1985 - Relaciones entre visibilidad, fósforo total y concentración de clorofila en 32 lagos patagónicos, Argentina. *Actas XII Congreso Nacional del Agua, Mendoza. I, Estudios de aguas superficiales y subterráneas*: 1-30.
- QUIRÓS R., CUCH S. & BAIGÚN C., 1985 - Relación entre la abundancia de peces y ciertas propiedades físicas, químicas y biológicas en lagos y embalses patagónicos (Argentina). *Taller internacional sobre Ecología y manejo de peces en lagos y embalses*. FAO, Roma: 179-185.

- QUIRÓS R., DELFINO R., CUCH S. & MERELLO R., 1983 - Diccionario geográfico de ambientes acuáticos continentales de la República Argentina. I. Ambientes lénticos. *Contrib. INIDEP (aguas continentales)* 435: 1-139.
- QUIRÓS R. & DRAGO E., 1985 - Relaciones entre variables físicas, morfométricas y climáticas en lagos patagónicos. *Rev. Asoc. Cs. Nat. Litoral* 16 (2): 181-199.
- REYNOLDS C.S., 1984 - Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and environmental variability. *Freshwater Biol.* 14: 111-142.
- SHANON C.E. & WEAVER W., 1949 - The mathematical theory of communication. *Urbana, Chicago, Ill., London, Univ. Illinois Press*, 125p.
- SIEGEL S., 1956 - *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. Mc Graw Hill, New York, 312p.
- SLADECEK V., 1973 - System of water quality from the biological point of view. *Ergeb. Limnol.* 7: 1-128.
- TELL G. & MATALONI G., en prensa - Systematic studies of the *Pediastrum kawraiskyi-musterii-patagonicum* complex: Two new species and morphological variations in two patagonian lakes (Argentina). *Nova Hedwigia*.
- THOMASSON K., 1959 - Nahuel Huapi. Plankton of same lakes in an Argentine National Park, with notes on terrestrial vegetation. *Acta Phytogeographica Suecica* 42: 1-83.
- THOMASSON K., 1963 - Araucanian Lakes. Plankton studies in North Patagonia with notes on terrestrial vegetation. *Acta Phytogeographica Suecica* 47: 1-139.
- VENRICK E.L., 1978 - How many cells to count? En A. Sournia (Ed.), *Phytoplankton Manual*, UNESCO: 167-180.
- WESTMAN W.F., 1980 - Gaussian analysis identifying environmental factors influencing bell-shaped species distributions. *Ecology* 61: 733-739.
- WETZEL R., 1981 - *Limnologia*. Omega, Barcelona, 679p.
- WOLF H. de, 1982 - Method of coding of ecological data from Diatoms for computer utilization. *Medel. Rijks Geol. Dienst* 36 (2): 95-110.